

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-207718

(43)Date of publication of application : 25.07.2003

(51)Int.Cl.

G02B 21/24  
G02B 21/06

(21)Application number : 2002-006613

(71)Applicant : JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY  
CORP  
KOMATA KIMIO  
NITTA ISAMU

(22)Date of filing : 15.01.2002

(72)Inventor : KOMATA KIMIO  
NITTA ISAMU

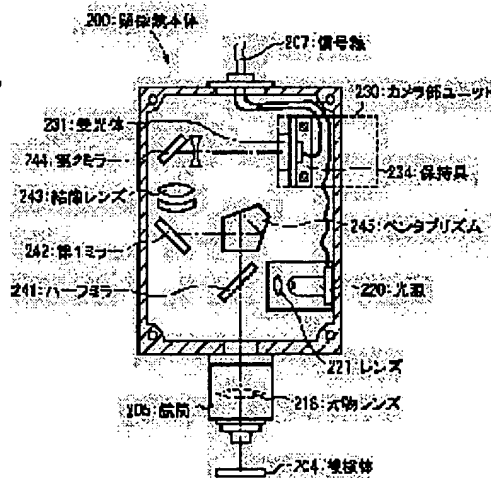
## (54) MICROSCOPE APPARATUS

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized microscope apparatus which provides clear images.

SOLUTION: A spot light source 220 comprising an LED, etc., is fixed by means of a holder to a body 200. The light from the light source 220 heads through a lens 221 toward a half mirror 241. The luminous flux reflected 90° by the half mirror 241 arrives at the examinee 204 through an objective lens 218 of a body tube 205. The luminous flux reflected by the examinee 204 tracks back the same optical path and heads toward a pentagonal prism 245 through the half mirror 241.

The luminous flux reflected by the prism 245 forms the image at a photoreceiving body 231, such as a CCD, through a first mirror 242, an image formation lens 243 and a second mirror 244. Since the luminous flux from the spot light source 220 has high directivity, the uniform illumination is eventually received evenly on the observation surface of the examinee and if there is a shape change, such as a flaw, the dark part by a shade is formed in a contour segment. As a result, the image stressed in the contour is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-207718  
(P2003-207718A)

(43) 公開日 平成15年7月25日 (2003.7.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 21/24  
21/06

G 0 2 B 21/24  
21/06

2 H 0 5 2

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-6613(P2002-6613)

(22) 出願日 平成14年1月15日 (2002.1.15)

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71) 出願人 300089563

小俣 公夫

埼玉県浦和市太田窪1丁目1番21号

(71) 出願人 501094018

新田 勇

新潟県新潟市寺地1130-9

(74) 代理人 100105371

弁理士 加古 進

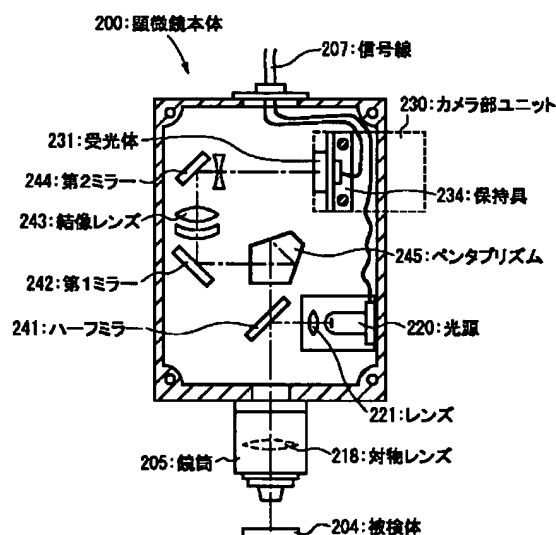
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顕微鏡装置

(57) 【要約】

【課題】 明瞭な画像を得ることができる小型の顕微鏡装置の提供

【解決手段】 LED等で構成した点光源220は、保持具を介して本体200に固定されている。光源220からの光はレンズ221を経てハーフミラー241に向かう。ハーフミラー241で90度反射した光束は、鏡筒205の対物レンズ218を経て、被検体204に達する。被検体204で反射した光束は、同じ光路をたどり、ハーフミラー241を通過して、ペンタプリズム245に向かう。プリズム245で反射した光束は、第1ミラー242、結像レンズ243、第2ミラー244を経て、CCD等の受光体231に結像する。点光源220からの光束は指向性が強いので、被検体観察面では一様に均一な照明を受けるようになり、傷などの形状変化がある場合には、輪郭部分に影による暗部が形成される。これにより輪郭が強められた画像が得られる。



#### 【特許請求の範囲】

##### 【請求項1】 LEDによる点光源と、

前記点光源からの光束を、ハーフミラーで反射し、対物レンズを介して被観察物に向かわせ、被観察物からの反射光束を前記ハーフミラー通過後、結像レンズで結像するように形成した光学系とを備え、前記点光源と前記光学系とを一体として収容することを特徴とした顕微鏡装置。

【請求項2】 前記光学系中に、前記結像レンズで結像した像を画像信号に変換する受光体を有することを特徴とする請求項1記載の顕微鏡装置。

【請求項3】 前記点光源は、実質的に光軸方向に移動できることを特徴とする請求項1又は2に記載の顕微鏡装置。

【請求項4】 前記点光源は、発光色の異なる複数のLEDを有し、該複数のLEDを、選択的に前記光学系の点光源として使用できることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の顕微鏡装置。

【請求項5】 前記点光源又は前記光学系は、前記点光源の光路方向を変化させることが可能であるように構成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の顕微鏡装置。

【請求項6】 前記点光源は、選択可能である、異なる光路方向の複数のLEDで構成されていることを特徴とする請求項5に記載の顕微鏡装置。

【請求項7】 前記点光源は、選択可能である複数のLEDとレンズ又はプリズムで構成されていることを特徴とする請求項5に記載の顕微鏡装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、顕微鏡装置に関するものであり、特に、反射型の照明系を有する顕微鏡装置に関するものである。

##### 【0002】

【技術的背景】従来より、顕微鏡は各種のものが良く知られている。例えば精密光学顕微鏡や電子顕微鏡は、観察結果が高倍率で高精度に安定して得られるように工夫されている。また、これらの顕微鏡には、例えば微分干渉法などによるエッジ強調機能が付加されているものもある。しかし、このような高倍率で高精度の顕微鏡に対する操作は高度の熟練を要し、使用できる者は、特別に訓練された専門の技術者や科学者だけに限定されてしまうことが多い。それだけでなく、これらの高倍率・高精度の顕微鏡の価格は、非常に高価となっている。一方、通常の比較的安価な光学顕微鏡は、一般の人だけでなく学校教育の一環として小学校などでも多く使用されている。この安価な光学顕微鏡の構造は、例えば、図1に示すように、被検体を倍率を変えて観察するために、上下動する鏡筒110に接続している複数の対物レンズ112

と、鏡筒110内の接眼レンズ114と、被検体に外部からの光を取り込み照明するための反射ミラー120と、被検体を載置する観察台130などで構成されている。即ち、このような顕微鏡では、光学系は経済的にという制約で透過式が採用されている。そのため被検体は光が透過できるように薄片に加工しなければならない。照明系も外部からの光を反射ミラーで取り込んでいるために、微妙な調整をその都度行なわなければならない。

【0003】このように、通常の顕微鏡では安価ではあるが被検体を観察できる状態にするまでの前工程作業が必要であり、これが大変煩わしく熟練も要し、学校教育の場ではこれを先生が担当し、それから生徒に観察させるという工程をとっている。又、前述したように、顕微鏡100自身は、対物レンズ112と接眼レンズ114を設置している鏡筒110、観察台130、反射ミラー120というような単純な構成とはなっているが、鏡筒110を保護して光学系全体の精度を維持するための保護手段が不可欠となっている。ところがこの保護手段は携帯時には不要な異形構造となって邪魔になり、特別の収容ケースを準備し、その中に顕微鏡全体を収容するなどの対策が必要とされていた。従ってこれまでの通常の光学顕微鏡は小学校低学年の生徒だけでなく、一般人も含めてどのような被検体でも、どのような場所、照明の中でも容易に扱えるというような環境が完備されているとは言えなかった。また被検体は一旦薄片とするため、生きたままの植物や生物の観察はしにくいという不便さもあり、学校教育の場ではその改善が待たれていた。

【0004】これらの不便を生じる原因は、主に透過式光学系と後に述べる照明の問題、それに携帯時の不便さであるとされている。これを解決する1つの方法は、顕微鏡の光学系を透過式から反射式とすれば或程度解決することができる。顕微鏡における反射式の照明系および光学系の構成例を図2(a)で説明する。この照明系(ケーラー照明法)では、ハロゲンランプ152の像を、コレクターレンズ154により落射照明装置の開口絞り156の面に結像させ、リレーレンズ158、ハーフミラー170、フィールドレンズ162により、更に対物レンズ166の後側焦点面168近くに結像させて、対物レンズ166を通して物体164を照明する。物体164から反射した光束は、対物レンズ166を通過して、再び対物レンズ後側焦点面168にランプ像として結像する。更に、アイポイントに目を置けば、接眼レンズ174を通過することによって、目の虹彩絞りにランプ像が結像し、目にはまったくランプ像としては現れない。一方、視野絞り160はフィールドレンズ162、対物レンズ166により物体164の面に結像し、照明視野を制限する。この視野絞り像は、再び対物レンズ166を通過し、対物レンズ166による像面172に結像する。更に、接眼レンズ174と目により目の網膜に再結像し、視野絞り像として現れる。このような構成

にすると、物体に必要最小限の光束を均一に照射することができる。かつ、開口絞りは明るさと焦点深度を、視野絞りは視野をそれぞれ独立にコントロールすることが可能となる。

【0005】この様に照明系を反射式とすれば、外部から光を探る照明用反射ミラーの操作や薄片を作り出す作業を省くことができる。また、それに伴い反射ミラーによる明るさの維持や被検体薄片の加工精度の修練という煩わしい作業も除去することができる。さらに顕微鏡自体の形状も工夫できるから、携帯時もさほどの注意を必要としないで済む。しかし、このような反射式の照明系とするためには、大がかりな光学系と新たに照明用光源の設置が求められる。この光源の問題について述べる。各種の照明用光源としてハロゲンランプが採用される場合が多い。これは所定の照度が容易に得られるためであるが、しかし一方ではエネルギーが熱に変化してしまい、ファンなどの冷却装置が必要となってくる。そしてそれに伴いファンによる振動が発生したり、光源装置全体が大型になってしまうという欠点も生じてくる。またハロゲンランプ自身が持つ欠点として制御の応答性が悪いということが上げられる。これは電圧をかけてもすぐに輝度が上がらないということで、その輝度も時間によって微妙に変化するという現象を有している。これらのことは顕微鏡の光源としてハロゲンランプを使用し、しかもその顕微鏡を工業用として各種作業現場で実際に使用するような場合、観察結果に誤差を生み出す因となりやすい。例えば金属加工部門での表面仕上がり状況や傷、ごみなど付着物の確認、電子機器に使用される各種基盤の導通確認や線幅の確認、或いはカラー印刷物の網点形状の確認などの作業に使用した場合、その結果が大きな問題となる。

【0006】図2(b)はこの観察状況を説明するもので、被検体表面の明るさを表している。図において縦軸は明るさを、横軸は被検体観察面の寸法を示している。もし観察面に傷やごみなどが付着していると、ハロゲンランプなどの照明を受けたときその立体部分は照度が強調されて表現される。図の例では2つの傷があり、P1とP2のピークとして明るさが示されている。ところが光源の明るさにムラが生じ、あるレベルまでしか達しないと区域L2以上にあるピークP2しか確認できないが、明るさが変化して区域L1以上のレベルとなると、2つのピークP1、P2を確認することができる。つまり光源の明るさによって傷の数が1つであったり2つになったり変化し、観察結果に誤差が生じることになる。これは傷だけでなく、ゴミの数や計測する線幅寸法などにも影響を与えるということになる。このような問題を避けるために、光源に安定化回路を付加したり、照度を光源にフィードバックするようなことも考えられるが、その分コストが上昇することになる。また振動の発生はレンズ倍率が高くなればなるほど、除去しなければなら

ない問題として指摘される。従って光学系にハロゲンランプなどの光源を付加して反射式光学系としての機能を発揮させたとしても、顕微鏡装置自身が振動、大型化、コスト高、輝度の変化などを発生し、解決しなければならない問題として残される。その結果、観察結果の品質にバラツキが生じることになる。例えば、ある作業現場で担当者が得た結果を、現場から離れた会議室の様な所で操作したときに、同じ被検体と同じ顕微鏡を用いても、同じ結果が得られるとは限らないということになる。このことは誰でもが、どのような被検体であっても、どのような場所でも観察面を高倍率にして確認できるという顕微鏡本来の目的から逸脱してしまうことになる。さらに在来の顕微鏡には表示手段や紙上にプリントアウトするという機能や、或いはデータとして保存するという機能が付加されていない場合が多いが、たとえ付加されていたとしても、大がかりなシステムとなってしまう、色々な場所へ持っていくことができず、1つの顕微鏡で同時に複数の人がその観察結果を見ることができない。そのため観察結果に基づいて論議したり、後日に観察結果を再確認するという様な時に時間がかかる問題が発生する。これらのことは想像力や好奇心の高揚を阻害する一因となりかねず、その改良が待たれていた。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記問題を解決した、反射型の照明系を備えた顕微鏡装置を提供することを目的とする。それも光学系の精度維持と堅牢性、携帯性が考慮され、人や場所が変化しても観察結果が左右されない安定性を備え、さらに安価な構造でありながら高品質の観察像が得られるようにした顕微鏡を提供することである。

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、LEDによる点光源と、前記点光源からの光束を、ハーフミラーで反射し、対物レンズを介して被観察物に向かわせ、被観察物からの反射光束を前記ハーフミラー通過後、結像レンズで結像するように形成した光学系とを備え、前記点光源と前記光学系とを一体として収容することを特徴とした顕微鏡装置である。前記光学系中に、前記結像レンズで結像した像を画像信号に変換する受光体を有することもできる。また、前記点光源は、実質的に光軸方向に移動できるように構成してもよい。前記点光源は、発光色の異なる複数のLEDを有し、該複数のLEDを、選択的に前記光学系の点光源として使用できる構成としてもよい。前記点光源又は前記光学系は、前記点光源の光路方向を変化させることが可能であるように構成してもよい。この場合、前記点光源は、選択可能である、異なる光路方向の複数LEDや、選択可能であるLEDとレンズ又はプリズムで構成してもよい。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】図面を参照して、本発明の実施形

態を説明する。図3は、本発明の顕微鏡装置の実施形態の一例を示す構成概略図である。図3において、顕微鏡本体200には、内部に光学系が収容されている。顕微鏡本体200は、台座203に固定した支柱209上で、ねじ211、212などで連結した微調装置202により、上下、左右方向に移動したり、回転することができる。顕微鏡本体200に着脱自在に取り付けた鏡筒205の内部には、任意倍率の対物レンズを有しており、これにより、被検体204を観察することができる。顕微鏡本体200でCCD等により撮影した画像信号は、信号線207を介して制御部192、表示部194を備えた制御表示装置190に送られる。この制御表示装置190は、顕微鏡本体200の内部の光源に電力を供給することができる。顕微鏡本体200内のCCD等からの画像信号は、表示部194により観察する。また、観察した画像は、制御表示装置190内に設けられたハードディスク等に記憶しておくこともできる。微調装置202には金具213が取り付けられ、ねじ211を回転することによって、顕微鏡本体200は、台座203に固定した支柱209に沿って下方向に微少量移動できる。図3では図示されていないが、この金具213と同様な金具がもう1つ別に微調装置202に取り付けられていて、そのねじ212を回転することによって、顕微鏡本体200を左右方向に微少量移動できるよう構成されている。金具213とねじ211、212の構造や顕微鏡本体200を移動させる実際の構造は任意のものを採用でき、ここでは市販されている直線Zステージと、Xステージを採用している。同様に、回転ステージを顕微鏡本体200に取り付けておけば、回転方向にも動作させることができる。従って顕微鏡本体200を支柱209に沿って移動させる場合、大きな移動は手操作で、微少な移動はねじ211、212を用いて実施することができる。顕微鏡本体200と微調装置202を台座に対して保持する実際的な構造（この例では支柱209）や、支柱209と微調装置202間の制動と、その位置固定用の手段については既存のもの採用できるので、ここではその具体的な説明を省略する。また制御表示装置190はパーソナル・コンピュータ・システムによって構成できる。顕微鏡本体200内の光源に電力を供給する電源ユニットは、制御部192とは別に独立して設置できるようにしておけば、バッテリーの使用も可能となる。また、本体200の姿勢制御を手動で行う構成例を示しているが、アクチュエータを設置して、制御表示装置190によりアクチュエータを制御する構成とすることもできる。大きな移動は、台座203に大きな移動のための機構を取り付けて、顕微鏡本体200を前後左右の方向に大きく動かすことができる。

【0009】図4は、顕微鏡本体200の内部を一部断面図として示した正面略図で、管体状の本体200から蓋214（図3）を外して、内部が見える状態としたと

きを示している。図4において、LED等で構成した光源220は、保持具を介して本体200に固定されている。光源220からの光は、照明用レンズ221を経てハーフミラー241に向かう。ハーフミラー241で90度反射した光束は、鏡筒205内に固定した任意倍率の対物レンズ218を経て、被検体204に達する。被検体204で反射した光束は、同じ光路をたどり、ハーフミラー241を通過して、ペンタプリズム245に向かう。プリズム245内で偶数回反射した光束は、第1ミラー242、結像レンズ243、第2ミラー244を経て、CCD等の受光体231に結像する。受光体231に結像し光电変換された画像信号は、信号線207より図2の制御表示装置190に向かう。受光体231は本体200に保持具234によって固定されている。前述の光学系を形成する各部材、光源220、照明用レンズ221、ハーフミラー241、ペンタプリズム245、第1ミラー242、結像レンズ243、第2ミラー244のそれぞれも、図示していない保持具によって顕微鏡本体200に固定されている。鏡筒205は、本体200に対してねじ止めなどにより着脱自在に取り付けられている。この鏡筒205を交換することによって、内部に取り付けた対物レンズ218の倍率を変換するようにしてある。そのため携帯時には、鏡筒205を本体200より取り外すことができる。取り外したとき、そのねじ穴にキャップなどを装着するようにすれば、本体200内部にほこり等の進入を防ぐことができる。光源220は保持具ごと本体より取り外して交換できるようにしておけば、目的に応じた波長の光源を光学系中に設置することができる。

【0010】図2、3に示した構成例では、顕微鏡本体200を方形の管体として構成し、その内部にLEDで構成した光源を含めた光学系を収容している。この光学系では、被検体204の観察面を対物レンズ218で任意倍率に拡大し、その像を画像信号として制御表示装置190の表示部194に伝え、表示するようにしている。それによって光学系全体は、管体とした本体200内に収容され、精度維持を図りながら、保護と小型化を進めることができ、携帯性にも対処することができる。なお、図4に点線で示した棒状の230は、カメラユニットを示しており、本体200より受光体231、保持具234を除去し、そこへビデオカメラなどのユニットを設置できるようにした。このユニットは例えば市販されているビデオカメラであり、これを本体200に取り付け、受光体231の位置にビデオカメラの受光体（CCD）がセットされるよう連結する。この連結機構は本体200とビデオカメラの位置が規定されれば特別な手段は必要としないが、このようにすることによって、制御表示装置190の代わりとしてカメラを使用することができる。上述の構成では、CCD等により画像信号を得て、それを表示する構成としたが、通常の光学顕微鏡

と同様に、直接肉眼で見る構成としてもよい。

【0011】図4に示した光学系では、光源220としてLEDを用いているので、輝度ムラが少ない点光源として発光する。例えば、光学系中に設置されている光源が赤色LEDとすれば、その発光部面積は約0.24平方mmである。これに対し、従来のハロゲンランプではその発光部面積は約1~2平方mmである。このように、LEDを光源として使用すると、ハロゲンランプと比較すると1/10程度となり、点光源とみなすことができる。一方、ハロゲンランプは、そのおおきさから面光源とみなすことができる。点光源からの光束は指向性が強いので、被検体観察面では一様に均一な照明を受けるようになり、その照明域内に傷などの形状変化がある場合には、傷の輪郭が強調されたように発光する。つまり観察面に微小な凹凸や傷などの形状変化部がある場合、その境界部が強められて照明を受けたかのように作用する。

【0012】図5は、被検体204の照明状況を説明するものである。被検体204の観察面には微小な寸法 $d_2$ 分の凹凸があることを示している。このような被検体204を図4に示す光学系で見ると、対物レンズ218が $d_2$ 分の深度を持っているときは、被検体の凸部256も凹部も1つの画像として同時に確認することができる。図5(a)に示すように、点光源からの光束により、被検体が照明される。すると被検体204の凸部256の輪郭は、その影を作って凹部上に投影する。この影の発生は、光源を点光源として指向性を持たせたことによるものである。なお、従来のように面光源であれば、図5(b)に示すように、被検体204の凸部254の輪郭では、色々な方向の光で照明されることとなり、光の拡散、散乱などが発生し、凸部254の影が生成されないだけでなく、得られる画像自身の輪郭形状の確認に支障をきたすようになる。図5の被検体204を、例えばレーザ露光で印刷用網点を撮影した銀塩フィルムに形成したものとすると、被検体全体の厚さは約0.1mmほどで、その表面に画線として再現される黒化部は凸部257として形成され、その厚さ $d_2$ は1 $\mu$ mほどである。そして、この凸部から得られる影は微小なものではあるが、これが画線部(凸部256)輪郭に付加されて一緒に観察されるようになるから、画線部像は一層明瞭に鮮明に再現されることになる。なお、上記のレーザ露光用の銀塩フィルムとは、主に写真製版用に使われるモノクロ(白黒)の写真フィルムで、白か黒しか表現しないものである。また、光源に半導体光源の1つであるレーザを使用した場合、その発光部の面積は約0.003平方mmであるので、LED光源以上の点光源となる。従って指向性をさらに強められるからLED以上の効果を得ることができる。しかし、単波長による干渉発生対策や、カラー化するための対策が必要となる。

【0013】点光源による被検物の凹凸等に対する影は、光源の位置、対物レンズの倍率や深度と被検物との関係で変化する。それを利用することにより、影を強調して、よりコントラストがあるような状態の像を得ることができる。それを図6および図7により説明する。図6は、光源220の光学系における設定位置を、変化分 $d$ に応じて移動させたときの状態を説明するものである。図6(a)は、光源の像が被検物上にある状態を示しており、図6(b)は、距離 $d$ だけ光源を移動させて、光源の像が被検物の後ろにある状態を示している。図6では、ハーフミラー241等は図示していない。図7は、被検物204の凸部の影ができる様子を示している。図7(a)は、図6(a)のように、光源の像225が被検物204上にあるときの状態を拡大したものであり、図7(b)は、点光源220を距離 $d$ 移動したときの状態を拡大したものである。さて、図7において、被検物を照射する光線は、対物レンズ218と光源の像225とを直線で結んだ間に存在している。また、図7では、説明のため被検物204の凸部片側のみ表示している。図7(a)では、図示されているように光源の像225から照射されるのと等価と考えられるので、被検物204の凸部に対して均一に光が当たり、影ができにくい。図7(b)では、光束が分散され、その分凸部の影ができやすくなっている。即ち、例えば図7(b)の1 $\mu$ mから上の対物レンズ上側の光束は、凸部により遮られるので、影ができやすくなっている。図7に示すように、光源位置の移動により凹凸の対する影が得られるので、凹凸があるとき、その凸部輪郭や、溝、傷のように形状が変化したところに陰影をつけ、それを強調するように作用し、観察画像をより鮮明に表現するようになる。これによって、例えば微分干渉法などによる高度な構成を付加したかのような高画質像にすることができる。この変化分 $d$ の実際の値は、図4に示した本体200内の光学系の光路長にもよるが、0.1mm~10数mm程度移動できるようにすれば充分である。移動のための機構として、例えばねじ等を使用することができる。なお、対物レンズは、一般的にその倍率が低いと焦点深度は深く、倍率が高いと深度は浅くなるから、凹凸分の深度に耐えられない倍率の対物レンズを使用ときは、図6(b)に示すように、絞り222を設置して、その開口部を調整する。このように、LEDによる点光源を光軸方向に移動自在とし、被検体への照明位置を変更できるようにしておくことは、鮮明画像を得る上で有効に作用する。また、LEDのような輝度ムラの少ない点光源を用いることで、図6に示したような簡単な照明系とすることができる。なお、点光源を移動するのと実質的に同じ効果が、図6において点光源220の前に設置してある照明用レンズ221を移動することにより得ることができる。また、影を強調したくない場合は、光源220と照明用221の間に拡散板などを入れ

ることにより、拡散光源とすることができる。

【0014】図8は、図4に示した点光源220の他の構成例を示したものである。図8で示すように、本体200に軸274で支持されたターレット状基板272上に、4つの光源(LED)220a、220b、220c、220dが取り付けられている。この4つの光源はそれぞれ発光色が異なり、例えば白色LED220a、赤色LED220b、青色LED220c、緑色LED220dとする。これらを基板272の軸274を中心として回転することで、各光源220を光学系の所定光源位置にセットできるようにしてある。例えば、基板272の回転は、基板272の外周部一端を顕微鏡本体200の蓋214から突出させ、それを指先で回転させて、図示しない光源の位置規定機構を働かせる構成とすることができる。勿論光源220の色(波長)や数、その選択手段は任意に選べるが、白色光源220aを使用すれば、受光体231は、被検体からの反射光束をカラー信号として扱うことができる。赤色LED220b、青色LED220c、緑色LED220dの光源を適宜使用すれば、例えばカラー印刷の3色の網点を観察するようなどに便利である。また光源に赤外線用LEDを取り付ければ、コンクリート壁面内部のひび割れ、亀裂などの確認時に利用することができる。

【0015】図9は、凹凸の輪郭部分の影を得てさらに輪郭を強調するために、斜光を生じるための他の構成例を示している。図9(a)は、図4に示されている光学系を簡略して示したものであり、付してある参照番号は図4の光学系と同じである。図9(a)に示した光学系は、CCD等の受光体231、結像レンズ243、ハーフミラー241、点光源220、照明用レンズ221、対物レンズ218、被検物204で構成されている。さて、図9(b)は、照射方向が変化する点光源290として、照射方向がわずかに異なる、複数のLED291、292、293、294、295を配置している。照射する方向により、点灯するLEDを切り替えることにより、所望の照射方向をえることができる。また、影のつけ方の変化を見るために、周囲に配置されているLED291、292、293、294を順次点灯を繰り返すようにすることもできる。このように点灯することにより、影のできる方向が変化して、被検物204の様子がよく分かる。また、中心のLED295と、周囲にあるLEDとにおける光量を調整できるようにして、同時に点灯することにより、影の濃さを変えられるようにすることもできる。さらに、周囲に配置されているLEDを順次点灯するタイミングに合わせて画像を取り込み、取り込んだ画像を処理することにより、微細な像を生成することができる。なお、中心のLEDのみを点灯したときは、通常の点光源を1つとした場合と同様の照明となる。また、全てのLEDを点灯することで、さらに明るい照明系とすることができる。点光源として採用

したLEDは小型なので、光学系を大きくすることなく、図9(b)に示すように、多数の点光源の集合体を形成することができる。図9(c)は、LEDによる点光源220'を動かして、被検物204への照射方向が変えられるように構成している。これにより、1つのLEDで被検物204に対して斜め方向に照明でき、影のつけ方を変えることができる。図9(d)は、ハーフミラー241'の角度を変化させ、被検物への照射方向が変えられるように構成している。

【0016】図10は、図9(b)に示したような複数のLEDによる光源290を設けた場合、異なる照射方向を得るための構成を示したものである。図10(a)は、ミラー296を用いて、図9(b)に示した複数のLEDによる光源290の配置位置や方向を変化させることができることを示している。また、図10(a)

(2)および(3)は、LEDを5個や7個設けることができることを示している。図10(b)および(c)は、平行においた複数のLEDによる光源290'に、レンズ297やプリズム298を組み合わせることにより、被検物に対して異なる照射方向を得る構成を示している。また、図10(d)は、複数のLEDとミラー299との組み合わせにより、被検物に対して異なる照射方向を得る構成を示している。図10(d)(1)、(2)は、それぞれ側面、正面からみた図である。

【0017】図11は、上述の図3、図4に示した実施形態の構成において、2種類の被検体を観察したときに得られる像を撮影したものである。図11(a)は、銀塩フィルムにレーザーで描いたものであって、0.5mm×0.375mmの領域を、倍率を10倍とした対物レンズで拡大したものである。この画像は、点光源の位置を調節して、影によるコントラストを強調したものである。また、図11(b)は、倍率を50倍とした対物レンズで、塩の結晶を撮影したものである。このように、本発明の顕微鏡装置を使用することにより、はっきりとした画像を簡単な構成で得ることができる。図12は、50倍の対物レンズを使用して、レーザー露光した銀塩フィルムを拡大したものである。図12(a)は、図6(b)で示した照明系で撮影した画像である。図12(b)は、図9(c)で示したように、点光源220'を光軸方向からずらして、斜光照明として影を強調し、さらに輪郭をはっきりさせたものである。図12(a)と図12(b)とを比較すると、図12(b)では、さらに細かい部分まではっきり見えていることが認められる。なお、図11、図12は、いずれも平面においた被検体を撮影している。しかし、例えば円筒状管面内部のようなものであっても、その壁面に沿って顕微鏡本体を移動させれば、同じように観察を進めることができる。

【0018】

【発明の効果】以上のように、本発明による顕微鏡では、照明用光源をLEDのような点光源として極めて小



さい光学系を構成し、その光源からの光束で被検体を照明するという単純な方法で、従来にはない鮮明な画像が得られる。それによってどのような被検体でも、どのような場所でも誰でもが容易に扱うことのできる顕微鏡装置を提供することができ、さらに例えばLEDの持つ特性、小型、堅牢、長寿命という特徴に加えて、消費電力が少なく制御の応答性も高いという一般的な効果も顕微鏡に付加することができる。また、光源の発するエネルギーが熱に変化することは殆どないので、ファンなどによる振動の発生がない装置として使用することができる。これは光学系の倍率が高くなると、少しの振動が被検体や光学系に微妙な影響を与え、画像に不鮮明さを与えるということ防止することになる。LEDの光源自体は小さなものであるから、ターレット状の構造にして複数設置すれば、異なる波長の光源を用途に応じて使い分けるようにすることもできる。そして、顕微鏡本体部の小型化は、これまで観察がやっかいであった管面内側のような狭いところでも観察ができるようになり、携帯時にも便利となる。さらに、反射式光学系の採用で、被検体を薄片に加工したり、反射ミラーによる集光などに煩わされずにすむだけでなく、被検体を生きたまま観察することができる。それによって小学校の低学年生の様に特別な訓練のされていない者であっても容易に操作することができる。

【0019】点光源としてのLEDの採用と、それを光軸方向に移動させることや、斜め方向の光束の利用という方法の採用によって、被検体の観察面に微少な凹凸があるような場合、影の発生によってその立体部陰影をより一層鮮明に表現できるから、比較的安価な構成の光学顕微鏡でありながら、高級精密光学顕微鏡と同等品質の観察画像を得ることができる。さらにCCD等により画像信号を得て、それを表示部に表示することにより、同時に複数の者が1つの画像を観察することができ、データとして保存すれば後日の再確認も支障無く行える。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光学顕微鏡の構成を示す図である。

【図2】反射型照明系の構成等を示す図である。

【図3】実施形態の顕微鏡装置の構成例を示す構成概略図である。

【図4】顕微鏡本体内部の光学系を示した図である。。

【図5】被検体の照明状況を説明する図である。

【図6】光源の位置変化と被検体の照明関係を説明する図である。

【図7】被検体の部分の拡大図である。

【図8】光源の他の構成例を示した図である。

【図9】被検体に対して斜め方向の照射を得る構成を示す図である。

【図10】被検体に対して斜め方向の照射を得る他の構成を示す図である。

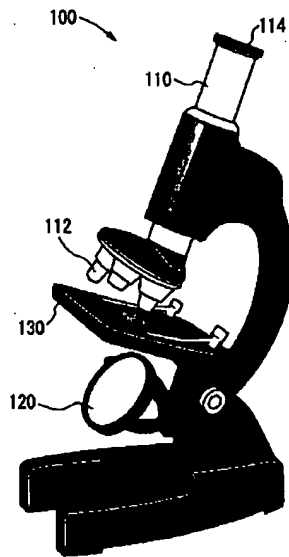
【図11】実施形態の顕微鏡装置による画像を示す図である。

【図12】光源の位置の変化による効果を示す図である。

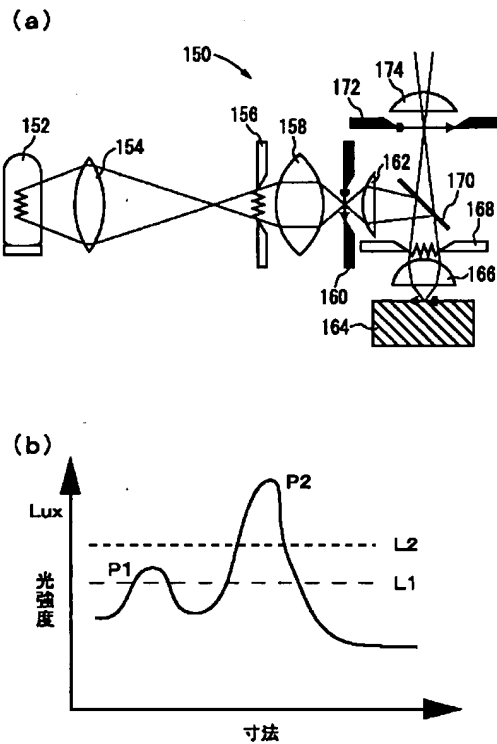
#### 【符号の説明】

190	制御表示装置
192	制御部
194	表示部
200	顕微鏡本体
202	微調装置
203	台座
204	被検体
205	鏡筒
207	信号線
209	支柱
210	金具
211	ねじ
212	ねじ
213	金具
214	蓋
218	対物レンズ
220	光源
221	照明用レンズ（コンデンサ・レンズ）
241	ハーフミラー
242	第1ミラー
243	結像レンズ
245	ペンタプリズム
244	第2ミラー
230	カメラ部ユニット
231	受光体
234	保持具
272	基板
274	軸
296	ミラー
297	レンズ
298	プリズム
299	反射鏡

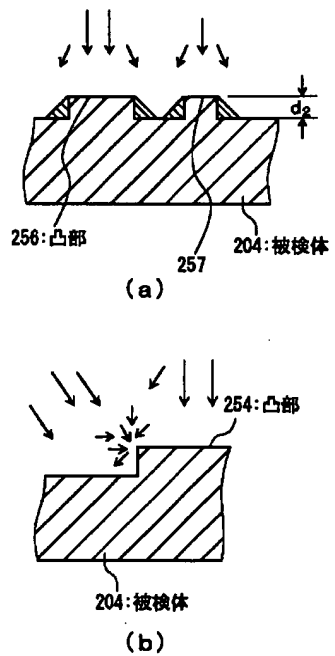
【図1】



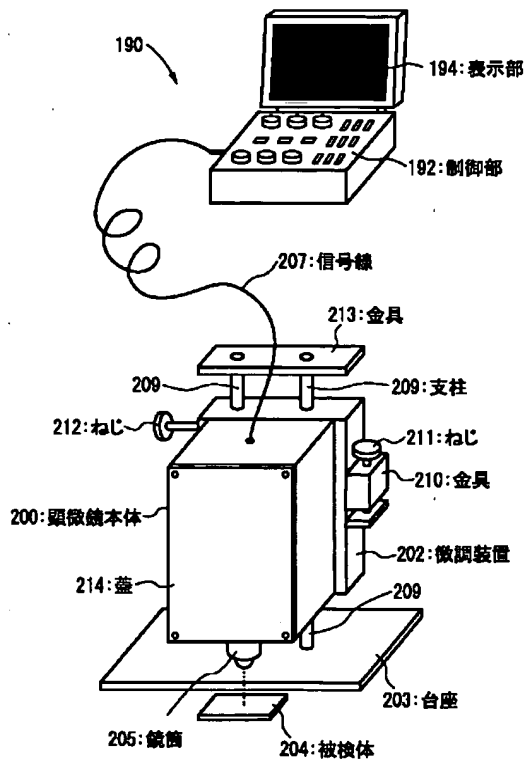
【図2】



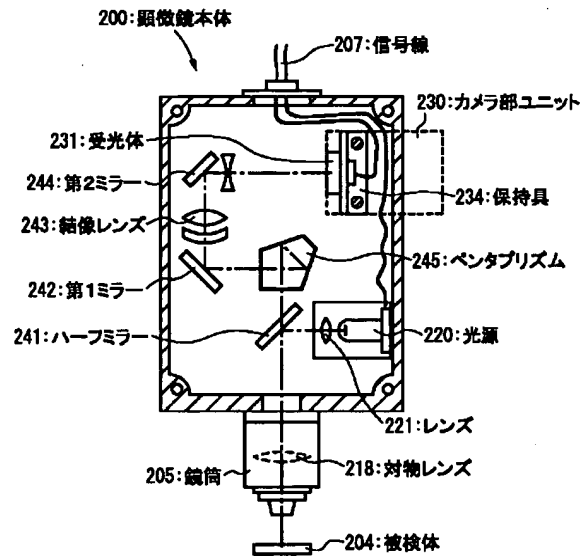
【図5】



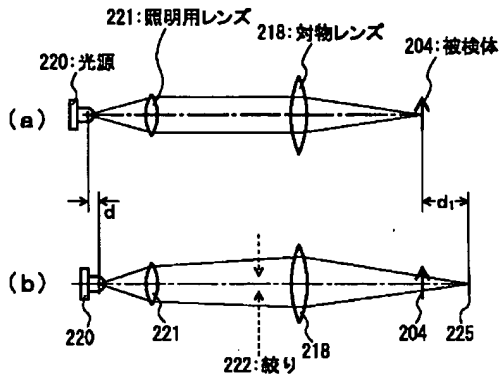
【図3】



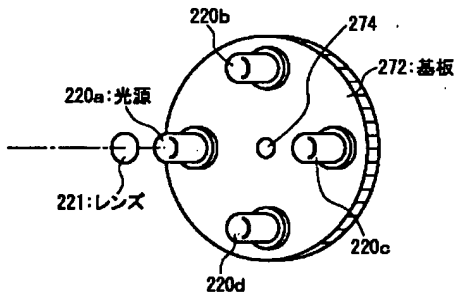
【図4】



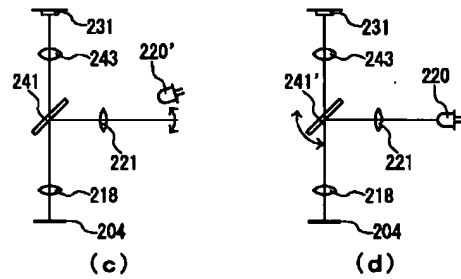
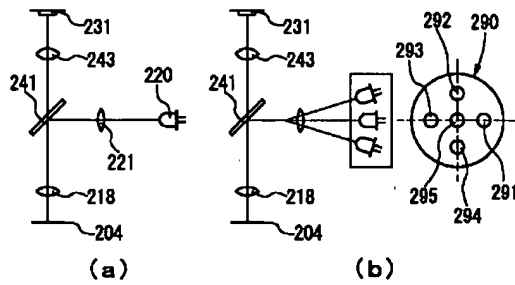
【図6】



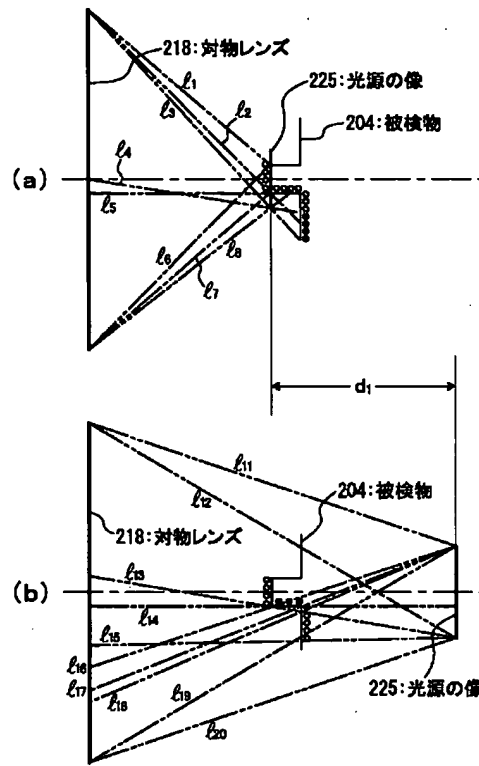
【図8】



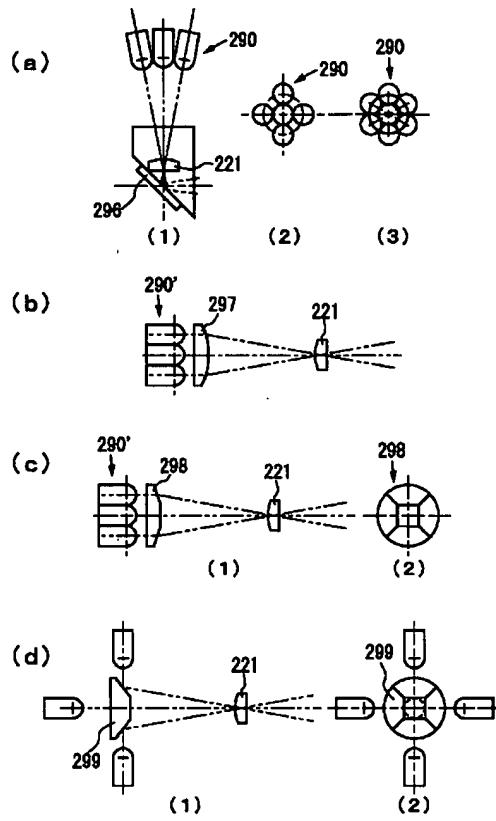
【図9】



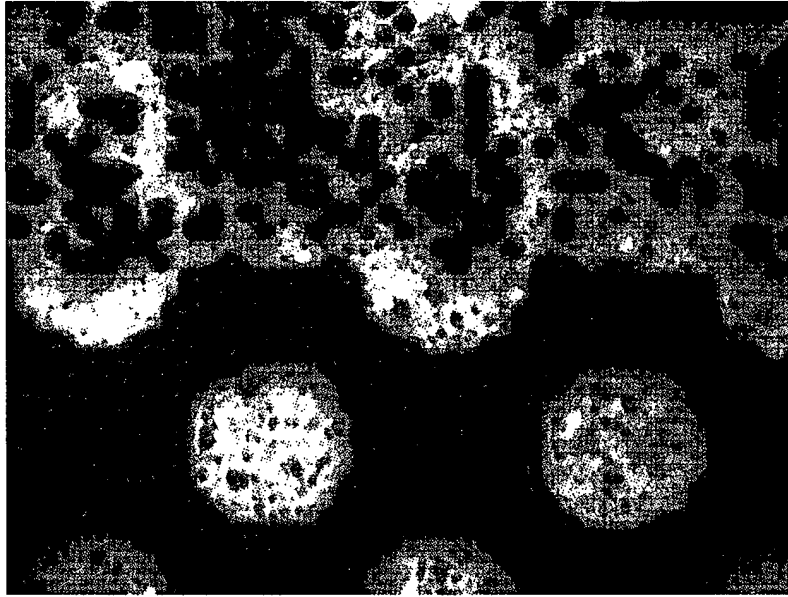
【図7】



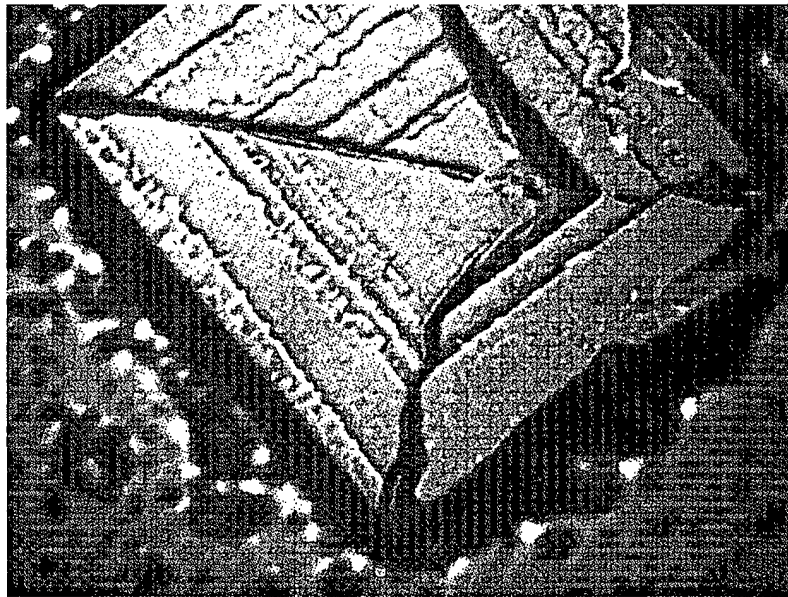
【図10】



【图11】



(a)

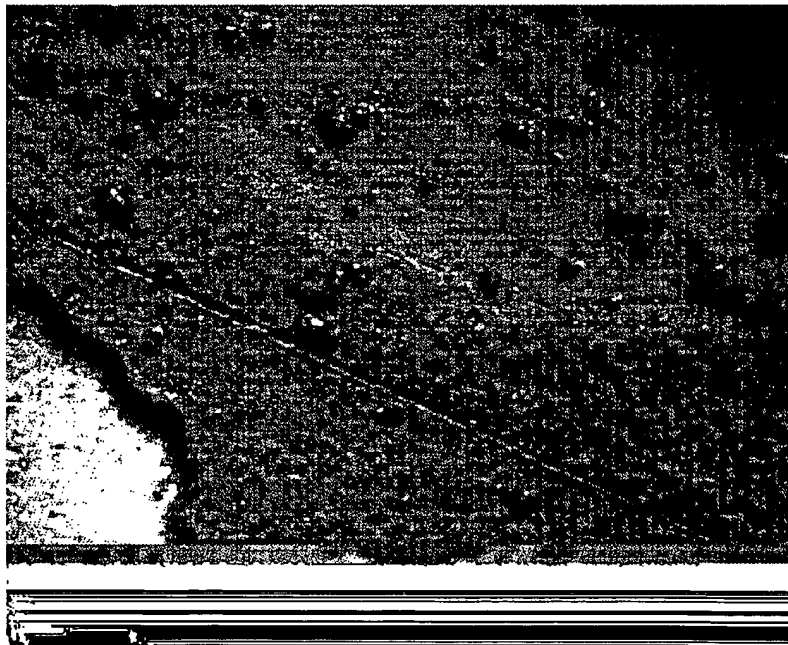


(b)

【図12】



(a)



---

フロントページの続き

(72)発明者 小俣 公夫  
埼玉県さいたま市太田窪一丁目1番21号

(72)発明者 新田 勇  
新潟県新潟市寺地1130-9

F ターム(参考) 2H052 AC04 AC09 AC14 AC27 AC33  
AD02 AD32 AD33 AF14 AF21

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**